

PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS *LEAN* EM UMA INDÚSTRIA DE AQUECEDORES DE ÁGUA

Milena Lima Porto (Universidade Federal de Sergipe) milennalporto@gmail.com

Camille Juliane Santos (Universidade Federal de Sergipe) camillejstos@gmail.com

Cleiton Rodrigues de Vasconcelos (Universidade Federal de Sergipe) cleitongv@yahoo.com.br

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo propor melhorias para o sistema de abastecimento de uma linha de produção de aquecedores de água, visando a redução de desperdícios, e melhoria da produtividade. Para a realização deste estudo, foi desenvolvida uma revisão bibliográfica e análise *in loco* do sistema estudado. A análise da linha de produção ocorreu em três meses consecutivos, resultando na categorização com base na curva ABC, sendo priorizado um produto de maior custo de produção. Foram identificados alguns problemas na realização desse processo e propostas algumas melhorias com base no *Manufacturing Requirement Planning* (MRP) e na filosofia *Lean Manufacturing*, a fim de reduzir o valor do estoque da linha de produção em 41%. Primeiramente foi realizada uma mudança das atividades de abastecimento, reduzindo seu tempo de duração em 25% e, consequentemente, 24% das falhas de abastecimento. Durante a realização, a empresa aplicou alguns projetos a fim de padronizar e melhorar seus processos, dentre eles, padronização dos contêineres de armazenamento. O que possibilitou uma melhoria de 24% nas falhas, e ainda uma redução de 41% no valor do estoque.

Palavras-chave: Linha de produção; Indústria de Aquecedores de água; *Lean Manufacturing*.

1 INTRODUÇÃO

Para obter melhoria em seus processos, as organizações focam nas perdas de seus sistemas produtivos, incremento em desempenho e aumento de produtividade. E para se destacarem no mercado, é necessário que as organizações apresentem vantagens nos prazos de entrega e na flexibilidade do produto, sem fugir dos aspectos qualificadores. Logo, o ambiente externo exerce uma forte influência no ambiente interno das empresas, principalmente em suas linhas de montagem (TUBINO, 2015).

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

Devido a falhas no sistema de abastecimento, as linhas de produção reduzem a produtividade não entregando a quantidade de produtos planejados. Este trabalho tem como ênfase a análise dos problemas desse sistema em uma linha de produção de uma indústria de Aquecedores de Água, a fim de propor melhorias, reduzindo suas falhas e buscando um aumento da produtividade da linha em estudo, através da utilização do Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) e da filosofia *Lean Manufacturing*.

Contudo, para atingir o objetivo proposto, iniciou-se uma pesquisa bibliográfica acerca do assunto abordado. Em seguida, foram diagnosticados os principais processos de Abastecimento das Linhas de Produção da empresa estudada, e com isso, priorizou-se uma linha de produção de maior produtividade com base na Curva ABC. Em seguida, realizou-se uma mudança na forma de abastecimento dessa linha, e a partir daí foram submetidas propostas de melhoria no processo de Abastecimento da Linha de Produção voltadas para a metodologia *Lean Manufacturing*. Além disso, foi proposto a utilização do *Material Requirement Planning* (MRP) na Linha de Produção em estudo para dimensionar uma nova demanda da linha.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Lean Manufacturing*

A Toyota Motors Company foi a precursora dessas estratégias de produção voltadas a flexibilidade e desempenho de entrega, o que ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) (TUBINO, 2015). O *Lean Manufacturing* tem como ideia base a produção de produtos e serviços de alta qualidade, de forma rápida e confiável, através da eliminação de desperdícios e baixo custo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). A base do *Lean Manufacturing* é a padronização e a estabilidade, com foco no cliente (DENNIS, 2008).

O processo de produção enxuta engloba os aspectos das operações organizacionais, desde a concepção do produto, o desenvolvimento funcional a integração com a rede de fornecedores e clientes. Assim, existe maior flexibilidade e

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

capacidade, poder de decisão para os empregados, mais produtividade, maior satisfação do consumidor, acarretando em maior competitividade em longo prazo (MOREIRA, 2011).

Uma das partes mais significativas da Manufatura Enxuta é seu foco na eliminação de 8 desperdícios, são eles: superprodução, tempo de espera (*lead time*), transporte, processo, estoque, movimentação, produtos defeituosos e talento, que compreendem aquelas atividades que não agregam valor, e que podem ser aplicados tanto em operações de manufatura como de serviços (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; LEAN INSTITUTE BRASIL, 2013).

As atividades que envolvem essa filosofia envolvem várias ferramentas que se apoiam mutuamente, com destaque nesse trabalho para: *Material Requirement Planning* (MRP); *Just in Time*; *Housekeeping* (5S),; e *Kanban* (DENNIS, 2008).

2.2 *Material Requirement Planning* (MRP)

O *Material Requirement Planning* (MRP) ou planejamento da necessidade de materiais é utilizado para as decisões de ressuprimento de materiais, liberação e rastreamento de pedidos, controle dos níveis de estoque e da produção, de acordo com uma lista de materiais que compõem as estruturas do produto (KARMAKAR; NAMBIADOM, 1996).

É necessário obter distinção dos diversos itens necessários para a concepção de um produto, isso pode ser feito através da utilização do gerenciamento de estoque de acordo com seus custos. Considerando o custo de cada item, tem-se que uma pequena proporção dos itens em estoque vai representar uma grande proporção do valor total desse estoque (Princípio de Pareto – 20% dos itens são responsáveis por 80% dos valores investidos) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

A lógica do Princípio de Pareto, permite aos gestores um controle de estoque, com base em faixa de custos (Curva ABC), onde para cada região é possível reunir itens a partir de sua significância, onde: a **faixa A** significa que em torno de 20% dos itens são responsáveis por 80% do custo de estoque imobilizado; A classe

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

intermediária de itens (**faixa B**) representam cerca de 30% de itens, correspondendo a 15% do valor investido; A **faixa C**, representa a maior parte dos itens (50%) e respondem por 5% dos custos envolvidos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; MOREIRA, 2011). O uso da Curva ABC, pode auxiliar na priorização de itens ou até mesmo de uma linha de produção.

2.3 *Just in time versus MRP*

Para o STP o *Just in Time* é muito mais do que uma produção com foco apenas no tempo. Esse sistema adota uma produção com estoque zero, logo cada processo deve ser abastecido com seus componentes necessários, na quantidade e momento necessários (SHINGO, 2008).

Diferente das operações tradicionais em que o sistema era do tipo “empurrado”, no qual as necessidades futuras da produção são antecipadas, gerando estoques que antecedem as demandas, as operações da abordagem JIT apresentam uma lógica de sistema “puxado”. No qual os componentes se movimentem de acordo com a demanda do consumidor final, evitando excessos de estoque (MOREIRA, 2011).

Já o MRP, é considerado um sistema “empurrado”, no qual o estoque é imposto ao longo de cada processo (*Just in Case*), o que difere do sistema JIT. Apesar das divergências entre as abordagens dos conceitos de *Lean Manufacturing* e o MRP, eles dois apresentam objetivos semelhantes, podendo atuar de forma integrada a fim de melhorar a relação entre o planejamento e o controle da produção. E levando em consideração a complexidade do produto e os processos da organização (SEHN; CLETO, 2012; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.4 *Housekeeping (5 S)*

A metodologia 5S tem como foco a ordem visual, o senso de utilização (*Seiri*) organização (*Seiton*), limpeza (*Seiso*), padronização (*Seiketsu*) e a articulação entre os demais através da disciplina (*Shitsuke*). Eliminando assim o que não é necessário, reduzindo a desordem e consequentemente tornando o trabalho mais fácil e rápido (DENNIS, 2008; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.5 Sistema *Kanban*

O *kanban* é um subsistema da Manufatura Enxuta, que significa “registro visível”, com objetivo de controlar os níveis de estoque, produção e o fornecimento de componentes, a partir da utilização de sistemas de cores (cartões *Kanban*), com o intuito de amplamente tornar possível o controle dos processos e melhorar a produtividade (RAHMAN; SHARIF; ESA, 2013). Esse subsistema foi configurado para “puxar a produção” (suporte ao *just in time*), onde a medida que determinado processo necessita de componentes, ele recorre aos *kanbans* em estoque no processo, acionando assim a reposição dos estoques (TUBINO, 2000).

O *kanban* por si só não garante que o fluxo será otimizado como esperado, pois é considerado como uma ferramenta básica de controle, e com isso necessita de outras que o complementem (DENNEHY; CONBO, 2016). Dessa forma, em sistemas mais complexos, como por exemplo com alta variedade de produtos, ele não é tão eficaz (THÜRER *et al*, 2016).

Ainda assim, a operacionalização do sistema *kanban* extrapolou o uso dos cartões físicos, e este pode ser utilizado a partir de painéis eletrônicos e sistemas computacionais. No primeiro, lâmpadas coloridas (verde, amarela e vermelha) farão o papel dos cartões para cada tipo de item, sendo acionadas de acordo com o consumo de um lote de itens. Já no segundo, sua utilidade pode ir além de um único ponto produtivo, ou seja, pode conectar diferentes áreas da fábrica, e ainda fornecedores externos, sendo as informações sobre o consumo de itens repassadas em tempo real na medida em que estes são consumidos (TUBINO, 2000; RAHMAN *et al*, 2013).

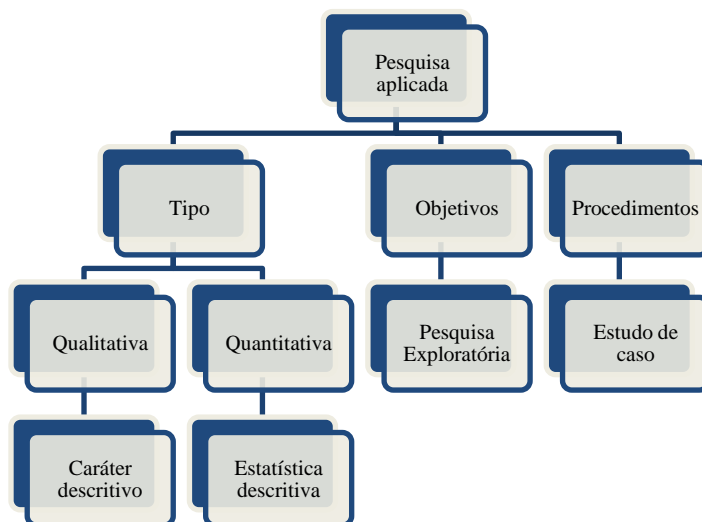
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As pesquisas podem ser classificadas de acordo com sua natureza, sua forma de abordagem do problema, seus objetivos e seus procedimentos (SILVA; MENEZES, 2001).

O enquadramento metodológico do trabalho está descrito na Figura 1 a seguir:

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

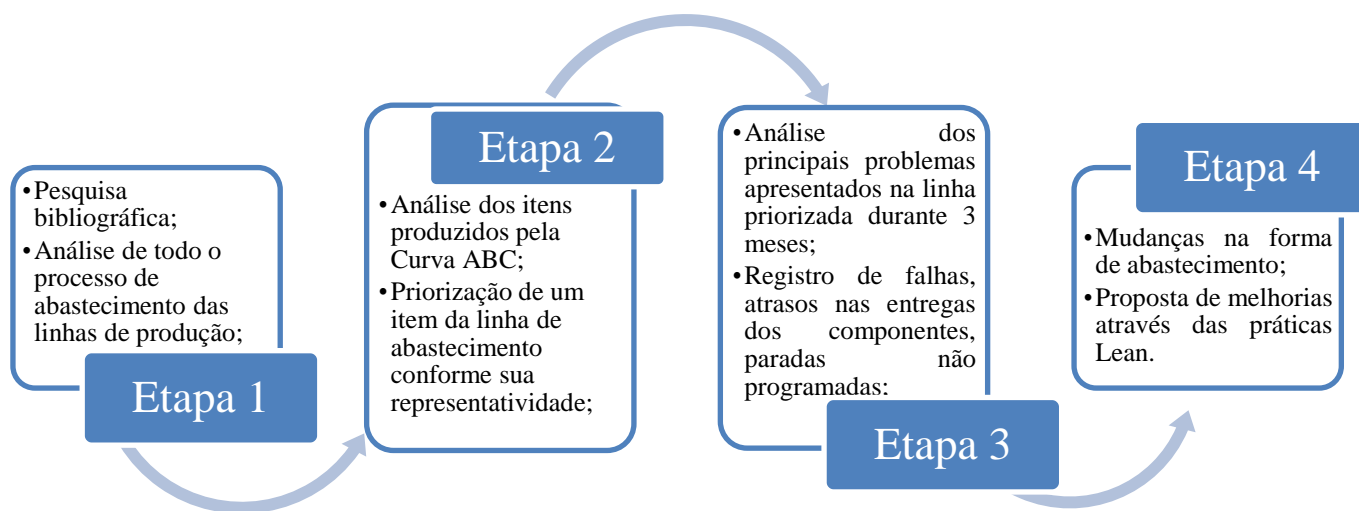
Figura 1: Classificação metodológica da pesquisa



Fonte: Esta pesquisa (2016)

O diagrama das atividades realizadas nesse estudo seguiram a ordem apresentada na Figura 2:

Figura 2: Etapas de realização da pesquisa



Fonte: Esta pesquisa (2016)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos da Linha de Produção priorizada

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

Para priorizar uma única linha de produção da indústria de produtos elétricos, devido a grande produção (aproximadamente 23.000 peças diárias), foi realizada uma análise pela Curva ABC.

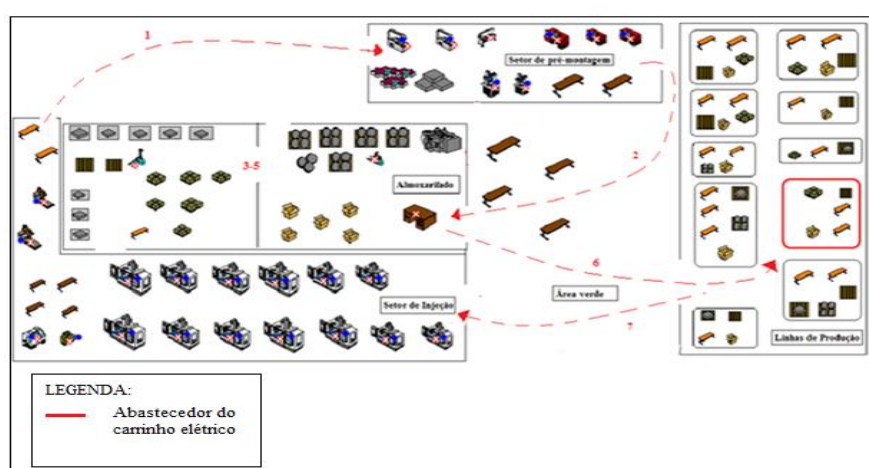
Para obter a classificação ABC calculou-se o valor total de cada um dos 12 produtos fabricados pela empresa de acordo com suas quantidades diárias.

Assim, foi definido que o trabalho tomará como base o produto de maior porcentagem da classe A (de acordo com a Curva ABC), representando 21% do valor total de produção diária e R\$ 63.700,00 (produto denominado nesta pesquisa de DPGD). A linha de produtos em estudo, conta com 2 tipos de produtos, DPGD 3 Temperaturas e DPGD 4 Temperaturas, com produção voltado ao mercado nacional e exportações.

4.1.1 Situação na Linha de produção priorizada

Para o abastecimento da DPGD, o abastecedor responsável faz a separação de seus componentes através da utilização de um *check List*, contendo todos os itens necessários para a montagem do produto, desde materiais pré-montados e materiais de embalagens. Assim, esses materiais são separados na área de *picking* para então serem transportados até a linha de produção (Figura 3).

Figura 3 - Trajeto percorrido para abastecimento das linhas



Fonte: Esta pesquisa (2016).

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

Como mostrado na Figura 3, a linha tracejada em destaque representa o trajeto percorrido pelo carrinho elétrico (após o abastecimento da linha de produção, esse retorna para atividade de recolhimento dos itens pré-montados), tendo a linha de produção que aguardar aproximadamente 30 minutos para ser reabastecida novamente. Nos casos de falta de material, e devido à demora do trajeto do carrinho elétrico, a linha é abastecida manualmente ou com frequência, os abastecedores separam quantidades excessivas de material, gerando manuseio desnecessário de materiais e excesso de estoque.

Outro destaque crítico para o sistema de abastecimento das linhas de produção são as peças que estão sendo consumidas através de seu estoque de segurança. Então precisam ser priorizados no sistema de abastecimento da linha, para que essas não sofram paradas que prejudiquem sua produtividade.

Durante os 3 meses analisados, a linha de produção obteve diversos efeitos da falha de abastecimento, com falta de materiais fundamentais para sua montagem, como por exemplo, tampa, suporte, embalagens plásticas e cartelas, que representam 64% dos materiais que não foram abastecidos nas quantidades necessárias para a produção. No quarto mês, foram realizadas algumas mudanças na realização das atividades de abastecimento, logo, este é considerado um mês de transição, e sua análise será detalhada na seção seguinte.

Através dos dados obtidos foi realizada uma condensação dos tempos de linha parada, a perda de produção referente a essas horas e seu custo, mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise das perdas pela falha de abastecimento

Mês	Tempo parada (h)	Produtividade (pç/h)	Perda de produção (PC)	Custo da perda (R\$)
1	3,33	700	2331	R\$ 21.212,10
2	4	700	2800	R\$ 25.480,00
3	5,6	700	3920	R\$ 35.672,00
TOTAL	12,93		9051	R\$ 82.364,10

Fonte: Esta pesquisa, 2016

Como pode ser observado na Tabela 1, houve uma perda total de 9.051 produtos acabados (DPGD) apenas nos meses analisados, equivalente a um custo de perda de mais de R\$ 80.000,00 referente a 12,93 horas paradas, com sérios prejuízos acumulados. Percebe-se que os maiores problemas com falhas ocorreram no terceiro mês de análise, representando mais de 40% de paradas e custos.

4.2 Modelo de abastecimento proposto

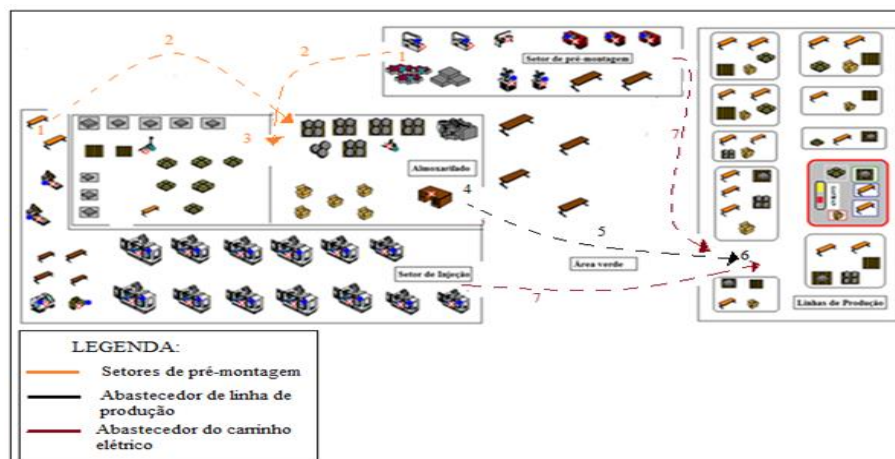
A partir do final do terceiro mês de estudo, a fim de reduzir desperdício de tempo de espera, e de falha do sistema de abastecimento, foram realizadas mudanças nas atividades de abastecimento. Foi realizado um rearranjo das atividades, onde a responsabilidade de recolhimento dos materiais pré-montados e seu transporte até o almoxarifado passou a ser dos seus setores de montagem, reduzindo assim a atividade de responsabilidade do carrinho elétrico.

Dessa forma, a equipe de abastecedores passa a ser responsável não só pela separação dos materiais necessários para a produção da DPGD, como também, seu transporte até a linha de produção. Os abastecedores do carrinho elétrico passam a serem encarregados pelo abastecimento de peças críticas na produção, realizando essa atividade em um tempo médio de 15 minutos. As peças críticas são aquelas que não possuem estoque suficiente no Almoxarifado para suprir a demanda diária da linha de produção. Essas peças precisam ter maior velocidade de abastecimento, pois sua pré-montagem estará com capacidade reduzida a sua utilização nas linhas de produção.

Para reduzir os atrasos e evitar paradas da linha de produção, é aconselhável a utilização do carrinho elétrico com uma maior velocidade. Reduzindo sua atividade em 50% de seu tempo de duração, comparado com a situação anterior. Com essas mudanças realizadas as atividades passaram a ter uma duração total de 30 minutos, redução de 25% no tempo de duração e de 46% no tempo de abastecimento da linha de produção (Figura 4).

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

Figura 4 - Novo trajeto de abastecimento da linha de produção



Fonte: Esta pesquisa (2016)

Através do novo trajeto realizado (Figura 4) foi possível uma melhoria na distribuição das atividades desse processo. Com essa mudança na forma de abastecimento da linha de produção DPGD, percebeu-se uma redução na falha de abastecimento com impacto no quarto mês (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise das perdas de produção após melhorias

Mês	Tempo parada (h)	Produtividade (pç/h)	Perda de produção (PC)	Custo da perda (R\$)
Média dos 3 meses anteriores	4,31	700	3017	R\$ 27.454,70
4	1	700	700	R\$ 6.370,00

Fonte: Esta pesquisa (2016)

No quarto mês a linha do produto DPGD, registrou o menor tempo de parada do que os meses anteriores. Como houve uma perda média de 3.017 produtos nos 03 meses analisados, percebeu uma média de 24% de melhoria nas falhas.







Com objetivo de organizar e padronizar todos os setores da empresa e facilitar a atividade de abastecimento de materiais, foi aplicado o *HouseKeeping*. Essa padronização é realizada através de demarcações no chão das linhas de produção, identificando as localizações de cada tipo de material (Figura 5). E assim, contribuirá

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

para a utilização do sistema *Kanban*, alinhando a padronização dos contêineres, a coleta e armazenamento dos itens, com impactos visíveis em: qualidade, segurança, ergonomia no armazenamento dos materiais, e ainda, redução do desperdício destes. Aliada a estas mudanças, a utilização do MRP para a mensuração das necessidades de materiais para abastecimento das linhas de produção, foram pré-definidas de acordo com os itens necessários para a concepção do produto e sua demanda diária, de forma a evitar acúmulos de estoques, trabalho desnecessário e possíveis acidentes de trabalho.

Figura 5 - Padrão de demarcações dos setores com base nos 5S

PADRÃO DE DEMARCAÇÃO

	- EMBALAGEM VAZIA - EQUIPAMENTO - MOBILIÁRIO		- PRODUTO ACABADO
	- MATÉRIA-PRIMA - MATERIAL EM PROCESSO		- AGUARDANDO ANÁLISE
	- RETRABALHO		- REFUGO

Fonte: Dados da empresa (2016)

Para fins comparativos, foi calculada a diferença de valores entre o estoque, levando em conta a antiga forma de abastecimento, e o estoque caso as propostas de melhorias fossem aplicadas relacionados ao produto DPGD (Tabela 3).

Tabela 3 - Comparação de estoques - DPGD

	Quantidade (pç/dia)	Valor (R\$)
Estoque	414575	R\$ 64.541,18
Estoque proposto	174300	R\$ 38.027,64
Diferença	240275	R\$ 26.513,54

Fonte: Esta pesquisa, 2016.

Pela Tabela 3 percebe-se que o estoque de acordo com a antiga forma de abastecimento possuía uma quantidade de 414.575 peças na linha de produção, equivalente a R\$ 64.541,18. Caso as propostas de melhorias apresentadas através

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

da utilização do MRP (onde apenas as quantidades necessárias de cada item sejam abastecidas), esse estoque poderá assumir aproximadamente 174.300 peças, equivalendo a R\$38.027,64, ou seja, uma redução de 41% do seu valor de estoque atual, apenas para o item priorizado.

O Quadro 1 mostra o panorama esperado após a aplicação das técnicas propostas.

Quadro 1 - Resumo das propostas de melhorias com base nas práticas *Lean*

Problemas identificados	Técnicas utilizadas	Meta	Redução prevista (tempo ou R\$)
Desperdício de superprodução	Kanban, MRP	6000 produtos (de acordo com dados do MRP)	R\$ 26.513,54 de estoque na linha de produção
Desperdício de estoque		Definição das demandas dos materiais através do MRP.Utilização dos cartões kanban para identificação dos materiais necessários	
Desperdício de tempo de espera	5S, Mudança das atividades de abastecimento	Aplicação dos: senso de utilização, senso de organização e senso de limpeza. Priorização do abastecimento por linha de produção	R\$ 82.364,10 reais de perda de produção
Desperdício de transporte	Mudança das atividades de abastecimento, Kanban	Priorização do abastecimento por linha de produção. Utilização dos cartões kanban para identificação dos materiais necessários	10 minutos das atividades de abastecimento
Desperdício de movimentação		Evitar movimentação do supervisor da linha de produção até o Almoxarifado para requisitar material.	
Desperdício de Talento			
Desperdício de processo	Mudança das atividades de abastecimento	Reduzir o tempo de atividade do carrinho elétrico no processo de abastecimento	15 minutos das atividades do carrinho elétrico
Desperdício de produtos defeituosos	5S	Aplicação dos: senso de utilização, senso de organização e senso de limpeza.	R\$ 82.364,10 reais de perda de produção

Fonte: Esta pesquisa, 2016.

5 CONCLUSÃO

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

Durante a análise do sistema de abastecimento, foram identificados diversos problemas, dentre eles, atrasos no transporte de materiais para as linhas de produção, falta de padronização dos contêineres de armazenamento de materiais e falhas na comunicação. Através da análise desses problemas no abastecimento da linha de produção DPGD, priorizada nesse estudo, percebeu-se um elevado valor perdido na produção, assim, foram realizadas as propostas de melhoria no desenvolvimento das atividades. O trabalho contribuiu para a identificação e proposição de melhorias com base nos oito tipos de desperdícios *Lean* juntamente com a utilização do MRP.

As seguintes alterações recomendadas contribuíram para uma análise comparativa entre o modelo atual da empresa e o modelo proposto: o *HouseKeeping*, através das demarcações padronizadas dos materiais na linha de produção; o sistema *Kanban* com o dimensionamento do estoque na linha de produção DPGD, de forma que esta possua sempre as quantidades necessárias para sua produção; a utilização do MRP implicaria também na redução aproximada de 41% do valor de estoque da DPGD, através da definição prévia das quantidades necessárias de abastecimento dos materiais na linha de produção.

Contudo, elas reduziram o tempo de duração das atividades de abastecimento em 25%, sendo uma redução de 50% do tempo de duração das atividades realizadas. Como também, uma redução de 24% da parada de linha no quarto mês de transição comparado com os três meses anteriores a análise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DENNEHY, D. CONBOY, K. **Going with the flow: An activity theory analysis of flow techniques in software development.** The Journal of Systems and Software, p. 1-14, 2016.
- DENNIS, P. **Produção *lean* simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

CONSTRUINDO UM MODELO DE MELHORIA
CONTÍNUA EM SUA EMPRESA

- KARMARKAR, U.S.; NAMBIMADOM, R.S. **Material allocation in MRP with tardiness penalties**. Journal of Global Optimization, v.9, n.3, p.453-482, 1996.
- MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações**. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- Onde Está O Desperdício**. Lean Institute Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_250.pdf>, acesso em: 25 jan. 2016.
- RAHMAN, N.A.A.; SHARIF, S.M.; ESA, M. M. **Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation**. Procedia Economics and Finance ICEBR, v.7, p.174-180, 2013.
- SEHN, M.F.; CLETO, M.G. **As similaridades e divergências entre os modelos Lean Manufacturing e MRP: Uma revisão de literatura**. In: II Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2012, Ponta Grossa, PR. Anais Do CONBEPRO 2012, 2012.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção: o ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2009.
- THÜRER, M.; LAND, M. J.; STEVENSON, M.; FREDENDALL, L. D. **Card-based delivery date promising in high-variety manufacturing with order release control**. International Journal of Production Economics, V. 172, p. 19-30, 2016.
- TUBINO, D.F. **Manual de Planejamento e Controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2000.
- TUBINO, D.F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial**. São Paulo: Editora Atlas, 2015.